

Iniciativa Colombiana de Polinizadores

Capítulo Abejas

ICPA

Guiomar Nates Parra
Editora



Iniciativa Colombiana de Polinizadores

Abejas

ICPA

Iniciativa Colombiana de Polinizadores

Abejas

ICPA



Bogotá, D. C., Colombia, 2016

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Iniciativa colombiana de polinizadores : abejas ICPA / Guiomar Nates Parra, editora.
-- Primera edición. -- Bogotá : Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2016.
364 páginas : ilustraciones a color, diagramas, fotografías, mapas.

Incluye referencias bibliográficas
ISBN 978-958-775-866-5.

1. Polinizadores 2. Abejas -- Colombia 3. Apicultura 4. Polinización por insectos
5. Conservación de la diversidad biológica -- Colombia 6. Servicios ecosistémicos
I. Nates Parra, María Guiomar, 1948-, editor II. Título: Iniciativa colombiana de
polinizadores : capítulo abejas ICPA

CDD-21 595.799 / 2016

Iniciativa Colombiana de Polinizadores
Abejas
ICPA

Todos los derechos reservados:

© Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá
Facultad de Ciencias, Departamento de Biología
© Laboratorio de Investigaciones en Abejas- LABUN
© Guiomar Nates-Parra- editora

Fotografías:

Cubierta: *Tetragonisca angustula* en flor de *Clusia* sp. FJ. Chamorro G.
Contracubierta: *Anthophora walteri* en nido. A. Parra-H

LV. Calderón-A, FJ. Chamorro-G., D. Escobar, W. Hoffmann, JC. Jaramillo-S, OH, Marín-G., J. Medina, G.
Nates-Parra
LA. Núñez, A. Parra-H, MS. Pinilla-G, AT. Rodríguez-C, JM. Rosso-L.

Diseño y diagramación:

Liliana P. Aguilar-G.

ISBN 978-958-775-866-5 (digital)

Cítese como:

Nates-Parra Guiomar. (ed.). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - ICPA*. Bogotá, D. C. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 364 pp.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

CONTENIDO

PRÓLOGO	11
INTRODUCCIÓN	13
AGRADECIMIENTOS	17
SECCIÓN I: MARCO CONCEPTUAL	19
Capítulo 1 POLINIZACIÓN Y BIODIVERSIDAD	21
Marisol Amaya-Márquez	
Capítulo 2 EL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE POLINIZACIÓN PRESTADO POR LAS ABEJAS	43
María Argenis Bonilla Gómez	
Capítulo 3 POLINIZADORES Y POLINIZACIÓN COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO EN LAS POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	61
Brigitte Baptiste, Rodrigo Moreno, Ricardo Claro	
Capítulo 4 INICIATIVAS INTERNACIONALES DE POLINIZADORES	67
Guiomar Nates-Parra	
Capítulo 5 INICIATIVAS INTERNACIONALES DE POLINIZADORES	79
Guiomar Nates-Parra, Ángela Rodríguez, Fermín Chamorro, Paula Montoya, Nedy Ramírez, Diana Obregón	
SECCIÓN II: ESTADO DEL CONOCIMIENTO SOBRE POLINIZADORES ABEJAS Y POLINIZACIÓN EN COLOMBIA	95
Capítulo 6 <i>Apis mellifera</i> COMO POLINIZADOR DE CULTIVOS EN COLOMBIA	97
Paula Montoya, Daniela León, Fermín Chamorro, Guiomar Nates-Parra	
Capítulo 7 ABEJAS SIN AGUIJÓN (Tribu meliponini)	113
Guiomar Nates Parra, Juan Manuel Rosso Londoño	
Capítulo 8 BOMBUS: LOS ABEJORROS DEL PÁRAMO	129
Mario Simón Pinilla-Gallego, Rodulfo Ospina Torres, José Ricardo Cure	
Capítulo 9 ABEJAS EUGLOSINAS (HYMENOPTERA: APIDAE: EUGLOSSINI) Y SU IMPORTANCIA COMO POLINIZADORAS DE AMPLIO RANGO EN ECOSISTEMAS NATURALES	143
J. Tupac Otero, Juan C. Sandino, Rodulfo Ospina Torres, Alejandro Parra -H	

Capítulo 10	
ABEJAS SOLITARIAS.....	159
Laura Victoria Calderón, Mario Simón Pinilla-Gallego, Guiomar Nates-Parra	
Capítulo 11	
ABEJAS DEL MARACUYÁ: GÉNERO <i>Xylocopa</i> LATREILLE, 1802	173
Ángela Rodríguez-Calderón	
SECCIÓN III: LAS ABEJAS EN RIESGO: CAUSAS Y PRÁCTICAS AMIGABLES	185
Capítulo 12	
LA DESAPARICIÓN DE LAS ABEJAS.....	187
Rodulfo Ospina Torres; Guiomar Nates-Parra	
Capítulo 13	
USO DE NIDOS TRAMPA.....	197
Guiomar Nates-Parra	
Capítulo 14	
ABEJAS URBANAS.....	203
Guiomar Nates-Parra	
Capítulo 15	
LAS COLECCIONES ENTOMOLÓGICAS Y LAS INICIATIVAS DE POLINIZADORES.....	207
Guiomar Nates-Parra	
SECCIÓN IV: ESTUDIOS DE CASO	213
Capítulo 16	
LAS ABEJAS SIN AGUIJÓN (APIDAE: MELIPONINI) VISITANTES FLORALES DE PALMAS (ARECACEAE) EN COLOMBIA Y SU PAPEL EN LA POLINIZACIÓN.....	215
Luis Alberto Núñez, Javier Carreño	
Capítulo 17	
POLINIZACIÓN EN CULTIVOS PROMISORIOS.....	239
Guiomar Nates-Parra, Rodulfo Ospina, Ángela Rodríguez, Fermín J. Chamorro, María Mónica Henao-Cárdenas, Laura V. Calderón, Mario Simón Pinilla-Gallego	
Capítulo 18	
POLINIZACIÓN DE ALGUNAS PASIFLORAS EN COLOMBIA.....	253
Rodulfo Ospina T., Joanna Jaramillo, Ángela Rodríguez, María Mónica Henao	
Capítulo 19	
LA APICULTURA COMO ALTERNATIVA DE USO NO MADERABLE DE LOS BOSQUES ANDINOS CON ROBLE EN LA CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA.....	263
Fermín Chamorro G.	
CONSIDERACIONES FINALES	277
ANEXOS	279
Anexo I	
LISTA DE INTERACCIONES FLORALES: PLANTAS Y ABEJAS NATIVAS DE COLOMBIA.....	281
Anexo II	
LISTA TEMÁTICA DE REFERENCIAS SOBRE ABEJAS SILVESTRES EN COLOMBIA	331

PRÓLOGO

Este libro es importante porque presenta la Iniciativa Colombiana de Polinizadores, la cual busca promover el uso sostenible y la conservación de los polinizadores en Colombia, en concordancia con otras iniciativas en diversos países del mundo. Los polinizadores, como muchas especies de abejas, colibríes, escarabajos y murciélagos, son un componente esencial de la biodiversidad. Entre ellos el libro se concentra en las abejas, las cuales brindan servicios múltiples a las sociedades humanas, como la transferencia de polen de los órganos masculinos de flores a los femeninos (polinización), lo que hace posible la formación de frutos y semillas de muchos cultivos.

Paradójicamente, a pesar de este servicio de polinización, la expansión e intensificación del uso agropecuario son las principales causas de pérdida de la diversidad de abejas. Casi un 40 % de la superficie terrestre libre de hielo se encuentra en uso agropecuario, ya sea con cultivos o con ganado, la cual crece a una tasa alta y constante para satisfacer las crecientes demandas de la población humana. El uso agropecuario ha transformado el 70 % de los pastizales del mundo, el 50 % de las sabanas, el 45 % de los bosques deciduos templados y el 27 % de los bosques tropicales y subtropicales. Es justamente en este último bioma donde la frontera agropecuaria se encuentra en mayor expansión, incluyendo el territorio colombiano. Bajo el sistema agrícola dominante, una mayor cosecha está asociada a grandes extensiones de monocultivos dependientes de altos niveles de insumos químicos, prácticas que generalmente reducen la diversidad y la abundancia de las abejas silvestres. Por lo tanto, uno de los grandes desafíos de la humanidad es aumentar el rendimiento (toneladas por hectárea) de los cultivos beneficiándose de (y potenciando) la diversidad de abejas silvestres (intensificación ecológica), en lugar de degradarla (intensificación convencional).

En este contexto, el libro realiza un aporte clave al describir el ámbito nacional e internacional en el cual se ha creado la Iniciativa Colombiana de Polinizadores. Un aspecto fundamental de esta iniciativa es fomentar estudios científicos sobre los polinizadores y la polinización, así como la divulgación del conocimiento generado. Para ello, el libro realiza un diagnóstico de la situación de los polinizadores y la polinización en Colombia, abarcando abejas nativas y exóticas, manejadas y silvestres. Las descripciones generales de los grupos se complementan con estudios de caso, que cuantifican no solamente los beneficios de las abejas a través de la polinización sino también la contribución de la apicultura a los medios de vida sustentables de los pequeños productores. Se discuten las principales causas de la pérdida de la diversidad y la abundancia de polinizadores. En respuesta a esta pérdida, el libro plantea prácticas y acciones para promover a las abejas y a los servicios que estas brindan a los habitantes de Colombia. Si bien aún hay vacíos en el conocimiento, el libro demuestra que el trabajo realizado a la fecha plantea soluciones concretas con base científica que pueden guiar acciones de manejo y decisiones políticas.

Es un honor, por lo tanto, presentarles este libro, el cual refleja el esfuerzo de diversos investigadores e instituciones colombianas de reconocida trayectoria nacional e internacional. Sin duda el libro abrirá puertas para que profundicen su conocimiento sobre la hermosa diversidad de abejas colombianas, tanto en áreas naturales como en agroecosistemas, y de su importancia para el bienestar humano.

Dr. Ing. Agr. LUCAS ALEJANDRO GARIBALDI

Director - IRNAD

Profesor - UNRN

Investigador - CONICET

Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD)
Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro,
Mitre 630, CP 8400, San Carlos de Bariloche,
Río Negro, Argentina.



INTRODUCCIÓN

En todo el mundo existe un gran movimiento dirigido hacia la protección de los polinizadores y sus interacciones, generado en la década de los 70, después de que se diera la alarma sobre la disminución de *Apis mellifera* en el hemisferio norte, causada principalmente por la acción del ácaro *Varroa destructor*. La ONU decidió establecer la Convención de Diversidad Biológica (CDB) con el propósito fundamental de profundizar en el conocimiento sobre los polinizadores. A partir de este momento se realizaron reuniones en diferentes lugares, donde participaron diversos países, principalmente Brasil, lo cual condujo a crear la Iniciativa Internacional de Polinizadores (IIP) en el año 2000. Hoy existen distintas iniciativas en todos los continentes, con programas apoyados por sus respectivos gobiernos y con el objetivo principal de evaluar el estado de los polinizadores nativos, de sus interacciones con plantas y también determinar el valor de los servicios ecosistémicos prestados por las abejas y sobre todo el grado de dependencia del hombre por estos servicios. En Colombia la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (PNGIBSE) en el 2012 menciona la importancia de proteger la biodiversidad y los ecosistemas en general y, dentro de los ejes temáticos del marco estratégico, se vislumbra una ventana abierta para presentar propuestas concretas sobre la protección de los polinizadores y sus interacciones con la vegetación. Uno de dichos ejes está relacionado con el *“fortalecimiento y fomento de la gestión del conocimiento y la información para orientar y sustentar la toma de decisiones respecto a la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, así como para incrementar su valoración integral (económica y no económica) por parte de sectores económicos, ambientales y sociales”* que es lo que se pretende con la ICPA.

Desde el 2002, el Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) ha participado en algunas de esas reuniones en Brasil y desde ahí comenzó a generarse la idea de proponer una Iniciativa Colombiana de Polinizadores, puesto que la desaparición o disminución de los polinizadores también es un hecho real en Colombia. A partir de los Encuentros Colombianos sobre Abejas Silvestres, se consolidó la necesidad de conocer la situación de nuestras abejas, de los servicios por ellas prestados y darle forma a través de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores con énfasis en Abejas (ICPA). Lo primero fue reunir interesados en el tema y generar las líneas de acción de la ICPA. Una de las actividades de las líneas fue la elaboración de un diagnóstico sobre el estado del conocimiento relacionado con la polinización y polinizadores en Colombia. Nos dimos a la tarea de reunir toda, o la mayoría de la información bibliográfica publicada por investigadores nacionales y extranjeros sobre nuestras especies de abejas y sus interacciones con plantas, pero también de buscar información en la literatura gris (resúmenes de trabajos presentados en congresos, trabajos de grado y tesis de posgrado sin publicar, informes ante entidades financiadoras); poco a poco fueron surgiendo trabajos realizados en distintas partes del

país. Y con la divulgación de la preocupación sobre la disminución o desaparición de polinizadores también fueron surgiendo profesionales interesados en conocer más sobre la fauna apoidea colombiana y sus relaciones con la vegetación. Se reunieron aproximadamente 450 referencias bibliográficas que muestran el interés generado por incrementar el conocimiento acerca de las relaciones entre plantas y polinizadores, específicamente abejas.

Esta recopilación se presenta organizada en cuatro secciones: la sección I es un marco conceptual sobre polinización, servicios ecosistémicos, su inserción en las políticas de conservación y uso de la biodiversidad y, por supuesto, sobre las iniciativas internacionales de polinizadores. Igualmente se presenta la Iniciativa Colombiana de Polinizadores (ICPA) con un resumen del estado actual de avance de sus líneas de acción.

En la sección II se expone el estado de conocimiento sobre las abejas polinizadoras en Colombia haciendo un breve reconocimiento de los taxones más importantes para la polinización en el país, así como los aportes realizados por grupos de investigación como el de la Universidad Militar Nueva Granada. Se presentan tribus, géneros y especies de abejas reconocidas como polinizadores importantes y que se usan con frecuencia, como *Apis mellifera*, *Bombus*, *Xylocopa*, abejas sin aguijón y aquellos otros grupos de abejas solitarias que en Colombia todavía no se usan decididamente, si bien son apreciados como polinizadores importantes en otros países.

La sección III llama la atención sobre aspectos relacionados con la disminución de especies o poblaciones de abejas y algunas estrategias utilizadas para su conservación y uso sostenible.

En la última sección (IV) se presentan algunos casos particulares de trabajos puntuales que muestran los avances que se están realizando en diferentes temáticas.

Finalmente se hizo una recopilación de las interacciones registradas entre las especies de abejas y especies de plantas en Colombia; todas las referencias bibliográficas que aparecen en este volumen se organizaron temáticamente.

El objetivo de esta obra no es otro que presentar una recopilación de lo que hasta ahora conocemos sobre polinizadores y polinización en Colombia, de manera que se tenga la información disponible, o por lo menos se conozca quiénes y dónde se están realizando trabajos de investigación, las publicaciones existentes en el país y lo que falta por hacer, lo cual indudablemente es más de lo que se tiene hecho.

Este libro es un diagnóstico preliminar de la situación de los polinizadores-abejas en el país. Posiblemente no todos los trabajos que se han hecho y se están haciendo sobre el tema estén referenciados, pero justamente de eso se trata: hacer una primera recopilación con la intención de que en un futuro próximo se complete.

Esperamos que este sea un documento que aporte a la generación de futuros trabajos y publicaciones que permitan conocer más nuestra fauna de abejas, lo que las afecta, cómo hacer un aprovechamiento eficiente y sostenible, además de generar y hacer posibles estrategias y acciones para su conservación.

La invitación es a seguir adelante y aprovechar las nuevas tecnologías para profundizar más en el conocimiento de nuestros polinizadores, no solo de abejas sino también de otros grupos animales importantes.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Colombia por apoyar la participación de miembros del Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) en reuniones y foros en Brasil, con lo cual surgieron ideas para la formulación de la ICPA; además suministrar el espacio y el tiempo necesarios para la realización de este trabajo. A la Dirección de Investigación y Extensión Sede Bogotá (DIEB), Colciencias, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por la financiación de algunos de los trabajos que hacen parte de las propuestas surgidas dentro de la ICPA.

Instituciones como la Universidad Militar Nueva Granada (Prof. José Ricardo Cure y su equipo investigativo), Instituto Alexander von Humboldt (Brigitte LG. Baptiste, Sebastián Restrepo), Corpoica (Rodrigo Vásquez), Asociaciones de Apicultores (Eivar Castillo, Ramón Galvis), aportaron información relevante para muchos de los temas aquí tratados.

Agradecemos también el importante aporte de Conservación Internacional (CI) Colombia, Asociación Colombiana de Zoología (ACZ), Corpoamazonia y programa Naturamazonas por su apoyo en la publicación y divulgación de esta obra.

Agradecemos por el apoyo y la motivación a profesores e investigadores de Brasil (Vera Lucia Imperatriz-Fonseca, Carlos Alberto Garófalo, Fernando Silveira, Isabel Alves dos Santos, Giorgio Venturieri, Marina Landeiro), México (Ricardo Ayala, Javier Quezada, Jorge González), y Alemania (Dieter Wittmann).

Finalmente, queremos hacer un reconocimiento especial al equipo de trabajo del LABUN quienes han participado con entusiasmo desde el comienzo de la iniciativa recopilando información, organizando bibliografía y aun ofreciendo sus propios datos que muestran el avance en los estudios de polinización y polinizadores: Alejandro Parra, Ángela Rodríguez, Carlos Villalva, Catalina Ángel, Catalina Giraldo, Daniela León, Diana Obregón, Fermín Chamorro, Joanna Jaramillo, Jorge Díaz, Juan Manuel Rosso, Julián Medina, Laura V. Calderón, María Mónica Henao, Mario Simón Pinilla, Mónica Cepeda, Nedy Ramírez, Paula Montoya, Susana Currea, Víctor Solarte.

A los profesores Marisol Amaya, Argenis Bonilla y Rodulfo Ospina, por su colaboración y apoyo. Al profesor Carlos E. Sarmiento por la lectura minuciosa y a los evaluadores anónimos por sus comentarios y aportes para mejorar este texto.



CAPÍTULO 16

LAS ABEJAS SIN AGUIJÓN (APIDAE: MELIPONINI) VISITANTES FLORALES DE PALMAS (ARECACEAE) EN COLOMBIA, Y SU PAPEL EN LA POLINIZACIÓN

Luis Alberto Núñez¹ Ph. D., Javier Carreño² M. Sc

¹Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

²Unitropico, Yopal, Casanare, Colombia.

lanunez@unisalle.edu.co, javiercarreno@unitropico.edu.co

RESUMEN

Se evaluó la asociación y el papel de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) como polinizadores de palmas (Arecaceae) silvestres en Colombia. Se determinó la composición y la abundancia a partir de la colecta de todas las especies de abejas que visitaron inflorescencias de 81 especies de palmas en 60 diferentes localidades del país. Con observaciones directas, registro fotográfico y videograbaciones en cada inflorescencia se siguió el comportamiento de las abejas visitantes; la importancia como polinizadores se cuantificó en algunas de ellas, apoyados con los índices: valor de importancia (IVIP) e importancia relativa como polinizador (IRP). Se registran 97 especies de abejas, con una riqueza que varió entre 1 a 15 especies por especie de palma y entre 1 a 250 individuos por especie de abeja en cada inflorescencia. Todas las abejas acceden a las inflorescencias por la gran cantidad de polen que producen. La actividad de las abejas fue diurna y ocurrió principalmente en fase masculina disminuyendo considerablemente la actividad en fase femenina por lo que el flujo de polen es bajo. Se encontró participación eficiente en la polinización en palmas de los géneros *Geonoma*, *Sabal* y *Syagrus*, como polinizadoras secundarios en *Attalea*, *Euterpe* y *Mauritia* y sin ninguna participación como polinizadoras en especies de *Aiphanes*, *Manicaria* y *Oenocarpus*. Aunque las abejas son insectos generalistas, la constante producción de inflorescencias aumenta la constancia y fidelidad, aumentando así el flujo de polen intraespecífico en las palmas que polinizan. Los resultados indican una fuerte asociación entre palmas y abejas, pero baja participación en la polinización, debido a restricciones impuestas por la estrategia reproductiva de cada palma que incluye aspectos morfológicos, temporales, de la antesis y por el comportamiento restringido a la fase masculina por parte de la mayoría de abejas.

Palabras clave: Arecaceae, Meliponini, polen, polinización, síndromes de polinización.

INTRODUCCIÓN

Las palmas son una de las más importantes y mejor conocidas familias de plantas (Galeano y Bernal, 2010). La diversidad de la familia se estima en 200 géneros y unas 2400 especies en el mundo, la mayor diversidad se encuentra en América con 550 especies en 67 géneros (Henderson *et al.*, 1995), destacando a Colombia como el país más diverso con 45 géneros y 248 especies (Galeano y Bernal, 2010; Bernal y Galeano, 2013).

Además de la alta diversidad, las palmas son un componente importante de los ecosistemas tropicales (Henderson, 2002). Son fuente de alimento para la fauna silvestre (Henderson, 1986), representan uno de los grupos más útiles para el hombre (Balslev, 2011) y son un elemento destacado en la economía de subsistencia de varios pueblos indígenas y campesinos (Macia *et al.*, 2011). Dentro del gran potencial que presentan las especies de la familia de las palmas se destaca la producción de gran cantidad de frutos, los cuales son fuente importante de carbohidratos, aceites, proteínas de alta calidad y gran cantidad de productos derivados (Bernal *et al.*, 2011; Bernal y Galeano, 2013). En todos los casos la producción de frutos es el resultado de la polinización cruzada que han realizado previamente insectos asociados a cada inflorescencia (Barfod *et al.*, 2011); los cuales son atraídos en gran número y diversidad a las inflorescencias en busca de alimento, principalmente polen, encuentro con parejas, sitios para ovopositar y desarrollar su ciclo de vida en diferentes partes de las estructuras reproductivas (Núñez y Rojas, 2008).

La alta diversidad de visitantes florales en palmas ha generado varias posibilidades en cuanto a los tipos de polinización, pero tres de ellos son los más reportados, polinización por coleópteros o cantarófila, por abejas o melitófila y polinización por moscas o miófila (Henderson, 1986). La polinización por cada uno de estos grupos está acompañada por una serie combinada de caracteres, morfológicos, fenológicos y de biología floral que reflejan adaptaciones reproductivas de las flores e inflorescencias con los polinizadores (Silberbauer-Gottsberger, 1990). Es así como la polinización por abejas (melitofilia) ha sido asociada con inflorescencias protandras, flores que producen néctar, se desarrollan días después de la apertura, pocos estambres y producción y liberación de olor dulce (Henderson, 1986).

Aunque en estudios previos sobre polinización de palmas neo tropicales se registran con frecuencia diferentes especies de abejas entre sus visitantes florales (Henderson, 1986; Silberbauer-Gottsberger, 1990; Barfod *et al.*, 2011), la participación como polinizadores de palmas no es del todo clara. Algunos estudios sugirieron una participación activa y eficiente, por ejemplo, en *Geonoma interrupta* (Listabarth, 1993), en *Prestoea decurrens* (Bernal y Ervik, 1996), *Butia paraguayensis* (Silberbauer-Gottsberger *et al.*, 2013) y *Syagrus orinocensis* (Núñez, 2014). Sin embargo, otros estudios plantean una baja participación como polinizadores (Listabarth, 1993; Barfod *et al.*, 2011; Núñez y Carreño, 2013; Núñez *et al.*, 2015) y otros estudios, aunque indican que la visita es frecuente, han descartado la participación eficiente de este grupo de insectos como polinizadores de palmas (Bernal y Ervik, 1996; Núñez y Rojas, 2008; Núñez *et al.*, 2015). Estas posicio-

nes contrastantes sobre el papel de las especies de abejas como polinizadores de palmas hacen necesarios estudios que evalúen de manera cualitativa y cuantitativa su participación y así se pueda presentar una argumentación más detallada y sólida sobre las especies de palmas con síndrome de polinización por abejas.

Por todo lo anterior, la presente investigación pretendió llenar este vacío, mediante un registro y el análisis multiespecífico de la asociación de las especies de abejas (Apidae: Meliponini) que visitan las inflorescencias de palmas en Colombia. Los interrogantes planteados fueron los siguientes: i. ¿Cuáles especies de abejas meliponinas visitan inflorescencias de palmas en Colombia?, ii ¿todas las especies de abejas participan de manera eficiente en la polinización de palmas silvestres neotropicales?, y iii ¿en palmas silvestres cuáles características determinan el síndrome de polinización por abejas?

MATERIALES Y MÉTODOS

Fase de campo: El esquema de trabajo de campo tuvo dos enfoques. 1. Un muestreo intensivo en donde de manera continua, entre el 2009 y 2013 se realizó el seguimiento, mes a mes de los visitantes florales, incluidas las especies de abejas en inflorescencias de las palmas: *Attalea butyracea*, *A. insignis*, *Oenocarpus bataua*, *Syagrus sancona* y *S. orinocensis* en la Orinoquia colombiana; *Wettinia quinaria* en la costa del Pacífico colombiano y *Sabal mauritiformis* en la costa Caribe colombiana. El seguimiento permitió evaluar variación temporal de las abejas, la capacidad de transportar y depositar polen y la contribución en la polinización de cada especie de abeja en cada palma. 2. Un muestreo extensivo, en donde de manera rápida y con salidas de 5 a 10 días se visitaron poblaciones de palmas silvestres en al menos 60 localidades de Colombia, donde se colectaron todas las especies de abejas que visitaron las inflorescencias de palmas que en ese momento se encontraban en floración. El muestreo extensivo permitió valorar la diversidad de abejas que visitan flores de palmas, el recurso floral aprovechado y la preferencia de las abejas por grupos particulares de palmas en las diferentes regiones y diferentes tipos de ecosistemas.

Las colectas de visitantes florales se realizaron accediendo directamente a las inflorescencias, a las más altas se llegaron utilizando escaleras y equipo de ascenso. Cada inflorescencia fue embolsada y mediante sacudidas se recolectaron todos los visitantes que llegaron a las inflorescencias. Para cada especie de palma se registró, la localidad, el sexo y el estado de la fase reproductiva en cada inflorescencia; para las especies de abejas se registró la abundancia en fase masculina y femenina de las palmas monoicas, en los machos y hembras en el caso de las palmas dioicas.

Fase de laboratorio. Se separaron todas las especies de abejas meliponinas del resto de los insectos capturados en cada colecta, utilizando un estereoscopio Leica Zoom 2000. A partir de rasgos morfológicos se separaron las morfo especies de abejas. De cada morfo especie se tomaron cinco individuos, se montaron en seco y se catalogaron e identificaron. Para la identificación se siguió la clasificación de Camargo y Pedro (1992)

y Rasmussen y Camargo (2008). La identificación taxonómica se efectuó, cuando fue posible, hasta el nivel de especie siguiendo las claves de Nates-Parra (1996; 2001), Camargo y Moure (1994; 1996), Nates-Parra *et al.* (2006), Albuquerque y Camargo (2007) y Michener (2007). La mayoría de las especies fueron confirmadas por especialistas, otras contrastadas con la colección de referencia de estudios previos de polinización de especies de palmas y algunas se reportan como morfo especies ya que no fue posible la identificación. Una muestra de diferentes especies fue almacenada en frascos de vidrio con alcohol 96%, con su respectiva etiqueta y se generó una colección de referencia y se depositó en la colección de entomología del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, Bogotá (ICN-MHN), otra se hace parte de las colecciones personales del primer autor.

Abundancias. La abundancia relativa de las especies de abejas se calculó como las sumas de las abundancias parciales de tres colectas realizadas durante los tres primeros días de anthesis de cada inflorescencia en el muestreo intensivo y del número de individuos encontrado en cada colecta en el muestreo extensivo. Además, se determinó la variación temporal (durante 12 meses) de la visita, a partir de la evaluación de las abundancias en seis especies de abejas asociadas a cinco especies diferentes de palmas de Colombia: *Nannotrigona mellaria* y *Oxytrigona daemoniaca* asociadas a *Sabal mauritiformis*, *Noguerapis mirandula* a *Wettinia quinaria*; *Paratrigona eutaenianata* asociada a *Ceroxylon sasaimae*, *Plebeia minima* asociada a *Prestoea decurrens* y *Nannotrigona melanocera* asociada a *Roystonea oleracea*. Para ello, cada mes y a lo largo de un año, se contaron y colectaron las especies de abejas en tres inflorescencias de cada especie y se determinó la abundancia relativa.

Comportamiento. El comportamiento se basó en las observaciones resultado del seguimiento a las palmas *Attalea butyracea*, *A. insignis*, *Oenocarpus bataua*, *Socratea exorrhiza* y *S. orinocensis* en la Orinoquia colombiana; debido a que fueron las palmas con más fácil acceso, mayor actividad y constancia en la visita de las especies de abejas. Las observaciones se realizaron en inflorescencias de individuos distintos de cada palma y durante todo el ciclo reproductivo de cada inflorescencia; y con intervalos de 6 horas día y noche. Se tuvo en cuenta la hora de llegada y salida de los insectos, la actividad dentro de la inflorescencia. En el momento de mayor actividad de visita de abejas en las inflorescencias, se realizaron registros audiovisuales utilizando una cámara de video HD, JVC Everio GZ-HD30U y una cámara fotográfica Canon EOS 7D-HD.

Valor de importancia como polinizadores. Se cuantificó el papel en la polinización en once especies de abejas asociados a las especies de palmas: *Attalea butyracea*, *A. insignis*, *Oenocarpus bataua*, *O. minor*, *Socratea exorrhiza*, *Syagrus sancona*, *S. orinocensis* y *Wettinia praemorsa* en la Orinoquia colombiana; *Welfia regia*, y *Wettinia aequalis* en la costa del Pacífico colombiano, *Chrysophila kalbreyeri* y *Sabal mauritiformis* en la costa Caribe colombiana y, en *Ceroxylon sasaimae* y *Prestoea acuminata* en bosques de los Andes en Colombia. La importancia como polinizadores se cuantificó a partir del cálculo del índice de valor de importancia (IVIP) e importancia relativa como polinizador (IRP)

asociados a palmas (Núñez y Rojas, 2008). El índice relaciona capacidad de transporte de polen desde la flor masculina (CTP), la eficiencia en el transporte de polen a las flores femeninas (ETP), la abundancia (A) de visita a flores femeninas y la fidelidad (F). Para determinar el CTP y ETP se capturaron individualmente 10 insectos de cada especie de abeja y se preservaron en alcohol al 70 %. En el laboratorio con la técnica de Núñez *et al.*, (2005) se procedió a la separación y conteo de las cargas de polen presente en los cuerpos de los insectos. La fidelidad se calculó a partir de la formula $F = 1/n$, donde n = número de especies de palmas visitadas, por cada especie de abeja.

Asociación palmas y abejas. El grado de asociación entre especies de abejas y palmas se analizó a partir de una red compleja. La red permite conocer la preferencia y fuerza de la asociación a partir del número de enlaces (Guimarães *et al.*, 2007). Construimos una matriz cualitativa ($P \times A_m$, $P \times A_f$) entre las palmas (P) y las especies de abejas que las visitaron (A), para la fase masculina (A_m) y la femenina (A_f). En las matrices, la interacción se representa con 1 cuando ocurre y 0 cuando es ausente. Para cada matriz calculamos los principales parámetros cualitativos y cuantitativos de la red (estructura de la red, ensamblaje, grado de anidamiento, conectancia, grado de asociación) que permiten entender la asociación. Los parámetros fueron calculados con las librerías Bipartite, Vegan y Network (Dormann *et al.*, 2009) con software R (ver. 2.11.1, R Development Core-Team 2010).

RESULTADOS

Composición. Se realizaron 319 registros de visitantes florales provenientes de al menos 60 localidades en toda Colombia. En ellos se colectaron 6.523 individuos, correspondientes a 97 especies de abejas (morfo especies incluidas) de 13 géneros (Fig. 16.1A) asociadas a 81 especies de palmas (Tabla 16.1), es decir, encontramos al menos una especie de abejas asociada a las inflorescencias del 100% de las especies de palmas muestreadas. El género de abejas con mayor diversidad fue *Trigona* con 37 especies, seguido de *Partamona* con 17 y *Plebeia* con 13 (Fig. 16.1A). Los géneros de palmas con mayor número de abejas fueron *Wettinia* con 32 especies, seguido de *Attalea* con 28, *Astrocaryum* con 20 y *Bactris* con 16; los géneros con menor diversidad fueron *Aiphanes*, *Cocos*, *Elaeis* y *Roystonea* (Fig. 16.1B).

Abundancias. Todas las especies de palmas muestreadas presentaron diferentes especies de abejas meliponinas entre sus visitantes florales. La mayor abundancia se presentó en fase masculina o en las flores estaminadas en todas las especies de palmas. El número de individuos de cada especie de abeja fue muy variable en cada colecta y entre las especies de palmas (Fig. 16.2). Se presentaron especies de abejas con abundancias que oscilaron entre 1 a 250 individuos en fase masculina y entre 1 a 150 individuos en la femenina. Dado el carácter eusocial de las abejas meliponinas una inflorescencia puede ser visitada por un enjambre completo de abejas. En fase femenina las especies de palmas que presentaron una mayor tasa de visita correspondieron a los géneros *Astrocaryum*,

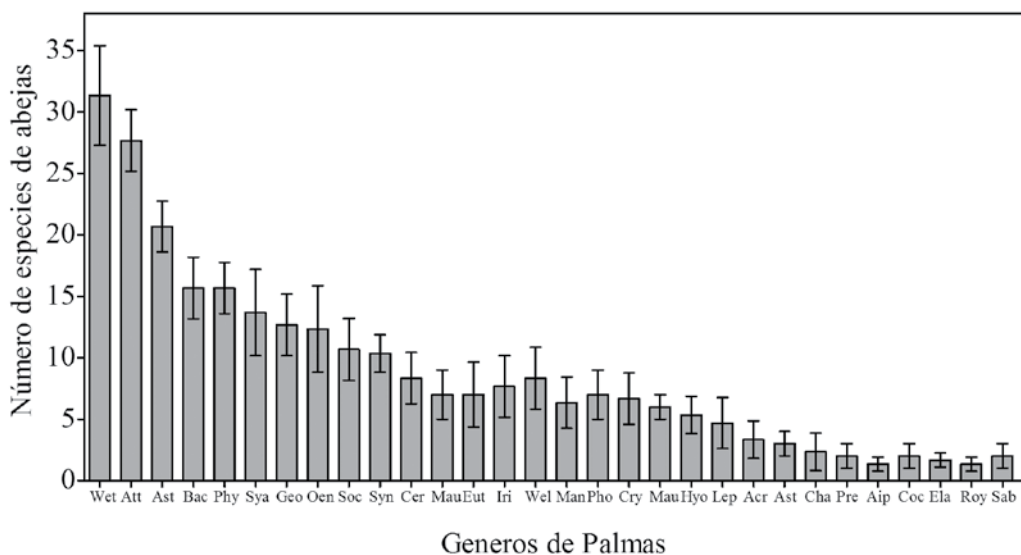
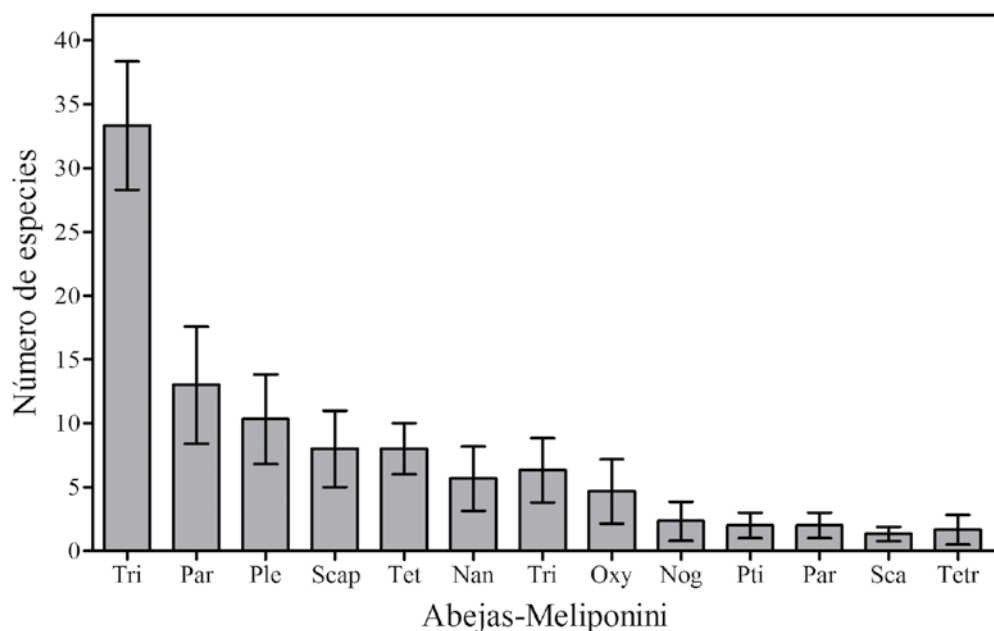


Figura 16.1. Riqueza de las abejas asociadas a inflorescencias de palmas en Colombia. A. Número de especies de abejas por géneros. Géneros de abejas indicados como: Trig-*Trigona*, Part-*Partamona*, Pleb-*Plebeia*, Scap-*Scaptotrigona*, Tetr-*Tetragona*, Nann-*Nannotrigona*, Trige-*Trigonisca*, Oxy-*Oxytrigona*, Nog-*Nogueirapis*, Ptil-*Ptilotrigona*, Ptri-*Paratrigona*, Sca-*Scaura*, Trag-*Tetragonisca*. B. Número de especies de abejas por género de palmas presentes en Colombia. Géneros de palmas indicados como: Att-*Attalea*, Ast-*Astrocaryum*, Bac-*Bactris*, Phy-*Phytelephas*, Sya-*Syagrus*, Geo-*Geonoma*, Oen-*Oenocarpus*, Soc-*Socratea*, Syn-*Synechanthus*, Cer-*Ceroxylon*, Mau-*Mauritia*, Eut-*Euterpe*, Iri-*Iriarte*, Wel-*Welfia*, Man-*Manicaria*, Pho-*Pholidostachys*, Cry-*Cryosophila*, Mau-*Mauritiella*, Hyo-*Hyospathe*, Lep-*Lepidocaryum*, Acr-*Acrocomia*, Ast-*Asterogyne*, Cha-*Chamaedorea*, Pre-*Prestoea*, Aip-*Aiphanes*, Coc-*Cocos*, Ela-*Elaeis*, Roy-*Roystonea*, Sab-*Sabal*.

Tabla 16.1. Especies de abejas (Apidae: Meliponini) visitantes de inflorescencias de palmas en Colombia.
Reg: Región geográfica de Colombia. And: región Andina, Ama: Región Amazónica, Ori: región Orinoquia, Pac: región Pacífica.

No	Especie de Abeja	Especie de Palma	Región
1	<i>Nannotrigona melanocera</i>	<i>Attalea butyracea</i> , <i>Attalea insignis</i> , <i>Attalea maripa</i> , <i>Euterpe precatoria</i> , <i>Iriarte deltoidea</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Wettinia praemorsa</i>	Amz, Ori, Pac
2	<i>Nannotrigona mellaria</i>	<i>Bactris guineensis</i> , <i>Bactris pilosa</i> <i>Cryosophila kalbreyeri</i> <i>Sabal mauritiiformis</i> , <i>Prestoea ensiformis</i>	And, Car, Pac
3	<i>Nannotrigona</i> sp.1	<i>Attalea butyracea</i> , <i>Attalea insignis</i>	Ori
4	<i>Nannotrigona</i> sp.2	<i>Bactris corossilla</i>	Pac
5	<i>Nannotrigona</i> sp.3	<i>Geonoma undata</i>	And
6	<i>Nogueirapis butteli</i>	<i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i> , <i>Socratea hecetonandra</i>	Amz, Pac
7	<i>Nogueirapis mirandula</i>	<i>Attalea allenii</i> , <i>Attalea cuatrecasana</i> , <i>Manicaria saccifera</i> , <i>Mauritiella armata</i> , <i>Prestoea decurrens</i> , <i>Pholidostachys dactyloides</i> , <i>Synechanthus warscewiczianus</i> , <i>Welfia regia</i> , <i>Wettinia aqualis</i> , <i>Wettinia maynensis</i>	Amz, Ori, Pac
8	<i>Oxytrigona daemoniaca</i>	<i>Bactris guineensis</i> , <i>Cryosophila kalbreyeri</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> , <i>Sabal mauritiiformis</i>	Amz, Ori, Pac
9	<i>Oxytrigona tataira</i>	<i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i>	Amz, Pac
10	<i>Paratrigona eutaeniata</i>	<i>Ceroxylon alpinum</i> , <i>Ceroxylon sasaimae</i> , <i>Geonoma orbignyana</i> , <i>Geonoma undata</i> , <i>Prestoea acuminata</i> , <i>Wettinia fascicularis</i> , <i>Wettinia kalbreyeri</i>	And
11	<i>Partamona aequatoriana</i>	<i>Astrocaryum standleyanum</i> , <i>Socratea exorrhiza</i> , <i>Synechanthus warscewiczianus</i> , <i>Wettinia quinaria</i>	Ori, Pac
12	<i>Partamona auripennis</i>	<i>Roystonea oleracea</i> , <i>Wettinia praemorsa</i>	Ori
13	<i>Partamona cupira</i>	<i>Astrocaryum standleyanum</i>	Pac
14	<i>Partamona epiphytophila</i>	<i>Astrocaryum standleyanum</i> , <i>Attalea allenii</i> , <i>Attalea cuatrecasana</i> , <i>Manicaria saccifera</i> , <i>Wettinia quinaria</i>	Pac
15	<i>Partamona peckolti</i>	<i>Cocos nucifera</i> , <i>Euterpe precatoria</i> , <i>Iriarte deltoidea</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Syagrus sancona</i>	Ori, Pac Amz
16	<i>Partamona testacea</i>	<i>Attalea amigdalina</i> , <i>Attalea cohune</i> , <i>Attalea nucifera</i>	Pac
17	<i>Partamona</i> sp.1	<i>Attalea maripa</i> , <i>Euterpe precatoria</i> , <i>Iriarte deltoidea</i> , <i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> , <i>Oenocarpus minor</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Syagrus sancona</i>	Amz, Ori, Pac
18	<i>Partamona</i> sp.2	<i>Attalea butyracea</i> , <i>Hyospathe elegans</i> , <i>Oenocarpus minor</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i>	Amz, Ori, Pac
19	<i>Partamona</i> sp.3	<i>Astrocaryum ferrugineum</i> , <i>Astrocaryum gynacanthum</i> , <i>Astrocaryum jauari</i> , <i>Attalea nucifera</i>	Amz, Ori
20	<i>Partamona</i> sp.4	<i>Astrocaryum chambira</i> , <i>Attalea cohune</i> , <i>Attalea microcarpa</i> , <i>Geonoma calyptrognoidea</i> , <i>Geonoma laxiflora</i> , <i>Lepidocaryum tenue</i> , <i>Wettinia drudei</i>	Amz, Ori, Pac

No	Especie de Abeja	Especie de Palma	Región
21	<i>Partamona</i> sp.5	<i>Attalea phalerata</i>	Amz
22	<i>Partamona</i> sp.6	<i>Chamaedorea linearis</i>	And
23	<i>Plebeia</i> aff. <i>minima</i>	<i>Mauritiella armata</i> , <i>Prestoea decurrens</i>	Amz, Ori, Pac
24	<i>Plebeia</i> aff. <i>timida</i>	<i>Attalea butyracea</i> , <i>Attalea maripa</i> , <i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> .	Amz, Ori, Pac
25	<i>Plebeia latitarsis</i>	<i>Attalea allenii</i> , <i>Attalea cuatrecasana</i> , <i>Mauritiella armata</i> , <i>Manicaria saccifera</i> , <i>Prestoea decurrens</i> , <i>Wettinia quinaria</i>	Amz, Ori Pac
26	<i>Plebeia</i> sp.1	<i>Astrocaryum ferrugineum</i> , <i>Astrocaryum gynacanthum</i> , <i>Astrocaryum jauari</i> , <i>Attalea maripa</i> , <i>Attalea microcarpa</i> , <i>Bactris corossilla</i> , <i>Bactris major</i> , <i>Bactris maraja</i> , <i>Geonoma laxiflora</i> , <i>Hyospathe elegans</i> , <i>Lepidocaryum tenue</i> , <i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Oenocarpus vacaba</i> , <i>Oenocarpus balickii</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> , <i>Oenocarpus minor</i> , <i>Wettinia drudei</i> , <i>Wettinia maynensis</i>	Amz, Ori, Pac
27	<i>Plebeia</i> sp.2	<i>Attalea microcarpa</i> , <i>Geonoma laxiflora</i> , <i>Hyospathe elegans</i> , <i>Lepidocaryum tenue</i> , <i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> , <i>Oenocarpus minor</i> , <i>Wettinia drudei</i>	Amz, Ori Pac
28	<i>Plebeia</i> sp.4	<i>Mauritia flexuosa</i>	Amz, Ori
29	<i>Plebeia</i> sp.5	<i>Bactris coloradonis</i> , <i>Bactris gasipaes</i> , <i>Bactris hirta</i> , <i>Bactris hondurensis</i> , <i>Bactris simplisifrons</i> , <i>Geonoma cuneata</i> , <i>Geonoma interrupta</i>	Amz, Pac
30	<i>Plebeia</i> sp.6	<i>Astrocaryum ferrugineum</i> , <i>Astrocaryum gynacanthum</i> , <i>Astrocaryum jauari</i> , <i>Asterogyne martiana</i> , <i>Wettinia maynensis</i> .	Amz, Ori Pac
31	<i>Plebeia</i> sp.7	<i>Wettinia maynensis</i>	Amz
32	<i>Plebeia</i> sp.8	<i>Lepidocaryum tenue</i>	
33	<i>Ptilotrigona lurida</i>	<i>Acrocomia aculeata</i> , <i>Wettinia quinaria</i>	Ama
34	<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	<i>Astrocaryum jauari</i>	Amz, Ori
35	<i>Scaptotrigona epistomal</i>	<i>Bactris corossilla</i> , <i>Bactris major</i> , <i>Bactris maraja</i> , <i>Iriarte deltoidea</i>	Amz, Ori Pac
36	<i>Scaptotrigona</i> sp.1	<i>Attalea insignis</i> , <i>Ceroxylon quindiuense</i> , <i>Ceroxylon sasaimae</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> , <i>Prestoea ensiformis</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Syagrus sancona</i>	And, Amz, Ori, Pac
37	<i>Scaptotrigona</i> sp.2	<i>Bactris pilosa</i> , <i>Cryosophila kalbreyeri</i> , <i>Sabal mauritiiformis</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Syagrus sancona</i> , <i>Wettinia drudei</i>	Amz, Car Pac, Ori
38	<i>Scaptotrigona</i> sp.3	<i>Bactris corossilla</i> , <i>Bactris major</i> , <i>Bactris maraja</i>	Amz, Ori, Pac
39	<i>Scaptotrigona</i> sp.4	<i>Wettinia praemorsa</i>	Ori
40	<i>Scaptotrigona</i> sp.5	<i>Acrocomia aculeata</i>	Ori
41	<i>Scaptotrigona</i> sp.6	<i>Bactris guineensis</i>	Pac
42	<i>Tetragona dissecta</i>	<i>Euterpe precatoria</i> , <i>Iriarte deltoidea</i> .	Amz, Ori, Pac,

No	Especie de Abeja	Especie de Palma	Región
43	<i>Tetragona</i> sp.1	<i>Astrocaryum malybo</i>	Pac
44	<i>Tetragona</i> sp.2	<i>Astrocaryum chambira</i>	Amz, Ori
45	<i>Tetragona</i> sp.3	<i>Attalea microcarpa</i>	Amz
46	<i>Tetragona</i> sp.4	<i>Astrocaryum ferrugineum</i> , <i>Astrocaryum gynacanthum</i> , <i>Astrocaryum jauari</i> ,	Amz, Ori
47	<i>Tetragona</i> sp.5	<i>Hyospathe elegans</i> , <i>Wettinia drudei</i>	Amz, Pac
48	<i>Tetragona</i> sp.6	<i>Wettinia drudei</i>	Amz
49	<i>Trigona</i> (<i>Tetragona</i>) <i>perangulata</i>	<i>Astrocaryum malybo</i>	Pac
50	<i>Trigona</i> (<i>Tetragonisca</i>) <i>angustula</i>	<i>Euterpe precatoria</i> , <i>Iriarte deltoidea</i> , <i>Roystonea oleracea</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Syagrus sancona</i> , <i>Wettinia praemorsa</i> , <i>Astrocaryum malybo</i>	Ori, Pac, Amz
51	<i>Trigona</i> (<i>Trigona</i>) <i>amalthea</i>	<i>Acrocomia aculeata</i> , <i>Attalea amigdalina</i> , <i>Asterogyne martiana</i> , <i>Attalea butyracea</i> , <i>Attalea insignis</i> , <i>Attalea maripa</i> , <i>Bactris coloradonis</i> , <i>Bactris corossilla</i> , <i>Bactris gasipaes</i> , <i>Bactris hirta</i> , <i>Bactris hondurensis</i> , <i>Bactris major</i> , <i>Bactris maraja</i> , <i>Euterpe precatoria</i> , <i>Geonoma cuneata</i> , <i>Geonoma interrupta</i> , <i>Geonoma stricta</i> , <i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i> , <i>Roystonea oleracea</i> , <i>Socratea exorrhiza</i> , <i>Socratea hecatonandra</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Syagrus sancona</i> , <i>Wettinia maynensis</i> , <i>Wettinia praemorsa</i>	Amz, Pac, Ori
52	<i>Trigona</i> aff. <i>corvina</i>	<i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Socratea hecatonandra</i>	Amz, Pac
53	<i>Trigona branneri</i>	<i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Socratea hecatonandra</i> , <i>Synechanthus warscewiczianus</i>	Amz, Pac
54	<i>Trigona chanchamayoensis</i>	<i>Phytelephas macrocarpa</i>	Amz, Pac
55	<i>Trigona cilipes</i>	<i>Aiphanes horrida</i> , <i>Euterpe precatoria</i> , <i>Wettinia praemorsa</i>	Ori, Pac, Amz
56	<i>Trigona ferricauda</i>	<i>Attalea allenii</i> , <i>Attalea cuatrecasana</i> , <i>Manicaria saccifera</i> , <i>Pholidostachys dactyloides</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i> , <i>Socratea hecatonandra</i> , <i>Welfia regia</i> , <i>Wettinia aqualis</i> , <i>Wettinia quinaria</i> , <i>Wettinia radiata</i>	Amz, Pac
57	<i>Trigona fulviventris</i>	<i>Asterogyne martiana</i> , <i>Astrocaryum malybo</i> , <i>Attalea allenii</i> , <i>Attalea amigdalina</i> , <i>Attalea cohune</i> , <i>Attalea cuatrecasana</i> , <i>Attalea nucifera</i> , <i>Bactris coloradonis</i> , <i>Bactris guineensis</i> , <i>Bactris hirta</i> , <i>Bactris hondurensis</i> , <i>Bactris gasipaes</i> , <i>Bactris pilosa</i> , <i>Ceroxylon quindiuense</i> , <i>Ceroxylon sasaimae</i> , <i>Cocos nucifera</i> , <i>Geonoma cuneata</i> , <i>Geonoma interrupta</i> , <i>Geonoma stricta</i> , <i>Manicaria saccifera</i> , <i>Prestoea ensiformis</i> , <i>Pholidostachys dactyloides</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i> , <i>Sabal mauritiiformis</i> , <i>Socratea hecatonandra</i> , <i>Welfia regia</i> , <i>Wettinia aqualis</i> , <i>Wettinia quinaria</i> , <i>Wettinia radiata</i>	Amz, And, Ori, Pac
58	<i>Trigona fuscipennis</i>	<i>Attalea butyracea</i> , <i>Attalea maripa</i>	Ori

No	Especie de Abeja	Especie de Palma	Región
59	<i>Trigona handlirschii</i>	<i>Ceroxylon alpinum</i> , <i>Ceroxylon sasaimae</i> , <i>Geonoma orbignyana</i> , <i>Geonoma undata</i> , <i>Prestoea acuminata</i> , <i>Wettinia fascicularis</i> , <i>Wettinia kalbreyeri</i>	And
60	<i>Trigona hyalinata</i>	<i>Cocos nucifera</i>	Ori
61	<i>Trigona nigerrima</i>	<i>Astrocaryum malybo</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i> , <i>Socratea hecatonandra</i>	Amz, Pac
62	<i>Trigona pallens</i>	<i>Astrocaryum chambira</i>	Amz, Ori
63	<i>Trigona recursa</i>	<i>Attalea cohune</i> , <i>Attalea nucifera</i> , <i>Ceroxylon alpinum</i> , <i>Ceroxylon quindiuense</i> , <i>Geonoma orbignyana</i> , <i>Geonoma undata</i> , <i>Prestoea acuminata</i> , <i>Wettinia fascicularis</i> , <i>Wettinia kalbreyeri</i>	And
64	<i>Trigona rufescens</i>	<i>Bactris gasipaes</i>	Amz, Ori
65	<i>Trigona silvestriana</i>	<i>Attalea allenii</i> , <i>Attalea cuatrecasana</i> , <i>Manicaria saccifera</i> , <i>Pholidostachys dactyloides</i> , <i>Socratea exorrhiza</i> , <i>Welfia regia</i> , <i>Wettinia aqualis</i> , <i>Wettinia maynensis</i> , <i>Wettinia quinaria</i> , <i>Wettinia radiata</i>	Amz, Ori, Pac
66	<i>Trigona spinipes</i>	<i>Euterpe precatoria</i> , <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Mauritiella armata</i> , <i>Prestoea decurrens</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Syagrus sancona</i>	Amz, Ori, Pac
67	<i>Trigona subgrisea</i>	<i>Astrocaryum malybo</i>	And
68	<i>Trigona (Trigona) pallens</i>	<i>Attalea allenii</i> , <i>Attalea cuatrecasana</i> , <i>Manicaria saccifera</i> , <i>Mauritiella armata</i> , <i>Prestoea decurrens</i> , <i>Pholidostachys dactyloides</i> , <i>Welfia regia</i> , <i>Wettinia aqualis</i> , <i>Wettinia quinaria</i>	Amz, Ori, Pac
69	<i>Trigona williana</i>	<i>Astrocaryum ferrugineum</i> , <i>Astrocaryum gynacanthum</i> , <i>Astrocaryum jauari</i> , <i>Attalea microcarpa</i> , <i>Geonoma calyptrogynoides</i> , <i>Geonoma laxiflora</i> , <i>Hyospathe elegans</i> , <i>Lepidocaryum tenue</i> , <i>Mauritiella armata</i> , <i>Prestoea decurrens</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i> , <i>Socratea hecatonandra</i> , <i>Wettinia drudei</i>	Amz, Ori, Pac
70	<i>Trigona</i> sp.1	<i>Pholidostachys dactyloides</i> , <i>Syagrus orinocensis</i>	Pac, Ori
71	<i>Trigona</i> sp.2	<i>Attalea butyracea</i> , <i>Attalea insigni</i> , <i>Attalea maripa</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i>	Amz, Ori, Pac
72	<i>Trigona</i> sp.3	<i>Astrocaryum chambira</i>	Amz, Ori
73	<i>Trigona</i> sp.4	<i>Ceroxylon sasaimae</i> , <i>Prestoea carderi</i>	And, Pac
74	<i>Trigona</i> sp.5	<i>Bactris guineensis</i> , <i>Ceroxylon quindiuense</i> , <i>Elaeis oleifera</i>	And, Ori,
75	<i>Trigona</i> sp.6	<i>Ceroxylon parvifrons</i> , <i>Ceroxylon vogelianum</i> , <i>Ceroxylon ventricosum</i>	And
76	<i>Trigona</i> sp.7	<i>Chamaedorea linearis</i>	And
77	<i>Trigona</i> sp.8	<i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Pholidostachys dactyloides</i>	Amz, Ori, Pac
78	<i>Trigona</i> sp.9	<i>Attalea phalerata</i> , <i>Geonoma orbignyana</i> , <i>Geonoma undata</i> , <i>Prestoea acuminata</i> , <i>Wettinia fascicularis</i> , <i>Wettinia kalbreyeri</i>	Amz

No	Especie de Abeja	Especie de Palma	Región
79	<i>Trigona</i> sp.10	<i>Bactris simplisifrons</i>	Amz
80	<i>Trigona</i> sp.11	<i>Prestoea carderi</i>	And
81	<i>Trigonisca dobzhanskyi</i>	<i>Attalea maripa</i> , <i>Syagrus orinocensis</i>	Ori
82	<i>Trigonisca</i> sp.1	<i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Oenocarpus bacaba</i> , <i>Oenocarpus balickii</i> , <i>Oenocarpus minor</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Syagrus orinocensis</i> , <i>Synechanthus warscewiczianus</i>	Amz, Pac, Ori
83	<i>Trigonisca</i> sp.2	<i>Oenocarpus bacaba</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> , <i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Welfia regia</i> , <i>Wettinia aqualis</i>	Amz, Ori, Pac
84	<i>Trigonisca</i> sp.3	<i>Ceroxylon sasaimae</i> , <i>Ceroxylon quindiuense</i>	And
85	<i>Trigonisca</i> sp.4	<i>Bactris guineensis</i> , <i>Bactris pilosa</i> , <i>Cryosophila kalbreyeri</i>	Pac
86	<i>Trigona</i> sp.5	<i>Bactris pilosa</i> , <i>Prestoea ensiformis</i> , <i>Sabal mauritiiformis</i>	Pac And Car
87	<i>Trigonisca</i> sp. nov.	<i>Synechanthus warscewiczianus</i>	Pac
88	<i>Trigona</i> sp. nov.	<i>Astrocaryum standleyanum</i> , <i>Synechanthus warscewiczianus</i>	Pac
89	<i>Nannotrigona</i> sp.4	<i>Geonoma orbignyana</i> , <i>Prestoea acuminata</i> , <i>Wettinia fascicularis</i> , <i>Wettinia kalbreyeri</i>	And
90	<i>Oxytrigona mellicolor</i>	<i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Oenocarpus bataua</i>	Amz, Ori, Pac
91	<i>Oxytrigona</i> sp.1	<i>Oenocarpus vacaba</i> , <i>Oenocarpus balickii</i> , <i>Oenocarpus bataua</i>	Amz, Ori, Pac
92	<i>Plebeia</i> sp.3	<i>Oenocarpus vacaba</i> , <i>Oenocarpus balickii</i> , <i>Oenocarpus bataua</i> , <i>Oenocarpus minor</i>	Amz, Ori, Pac
93	<i>Melipona</i> gr. <i>fasciata</i>	<i>Phytelephas macrocarpa</i> , <i>Phytelephas tenuicaulis</i> , <i>Socratea hecatonandra</i>	Amz, Pac
94	<i>Plebeia</i> (<i>Scaura</i>)	<i>Syagrus orinocensis</i>	Ori
95	<i>Tetragona dorsalis</i>	<i>Synechanthus warscewiczianus</i>	Pac
96	<i>Ptilotrigona lurida mocsaryi</i>	<i>Synechanthus warscewiczianus</i>	Pac
97	<i>Oxytrigona obscura</i>	<i>Wettinia matynensis</i>	Amz

Attalea, *Cocos*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Iriarte*, *Hyospate*, *Prestoea*, *Sabal* y *Syagrus* (Fig. 16.2). No se presentó estacionalidad en los casos donde se evaluó la variación temporal de las abejas: *Nannotrigona mellaria* y *Oxytrigona daemoniaca* asociadas a *Sabal mauritiiformis*, *Nogueirapis mirandula* asociada a *Wettinia quinaria*, *Paratrigona eutaenianata* a *Ceroxylon sasaimae*, y *Plebeia minima* asociada a *Prestoea decurrens*, en todos los casos y para cada especie de abeja se les encontró visitando las inflorescencias a lo largo del año o durante el tiempo que duró el ciclo reproductivo de cada palma (Fig. 16.3).

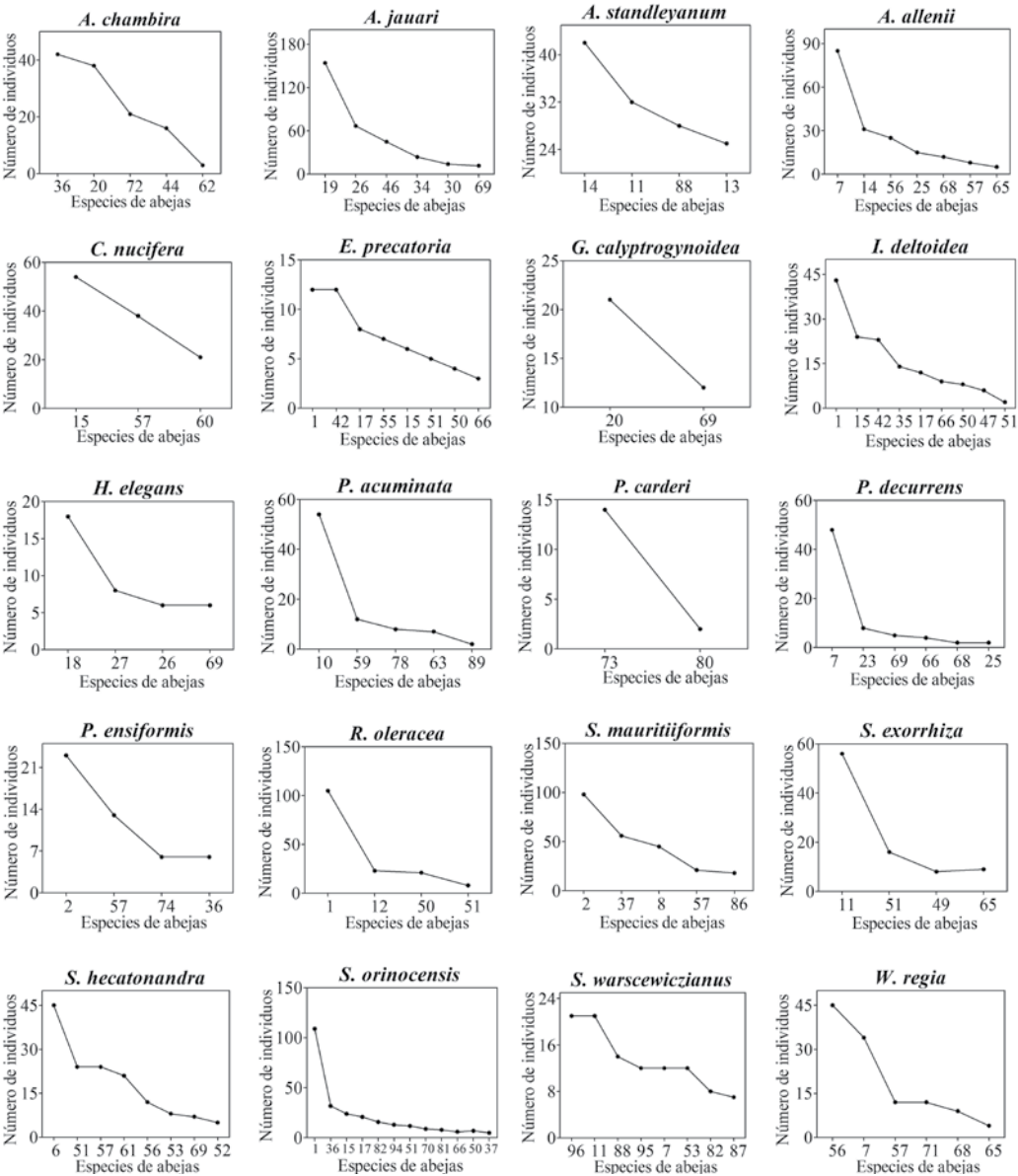


Figura 16.2. Rango-abundancia de las especies de abejas (en fase femenina) con participación en la polinización de especies de palmas silvestres en Colombia.

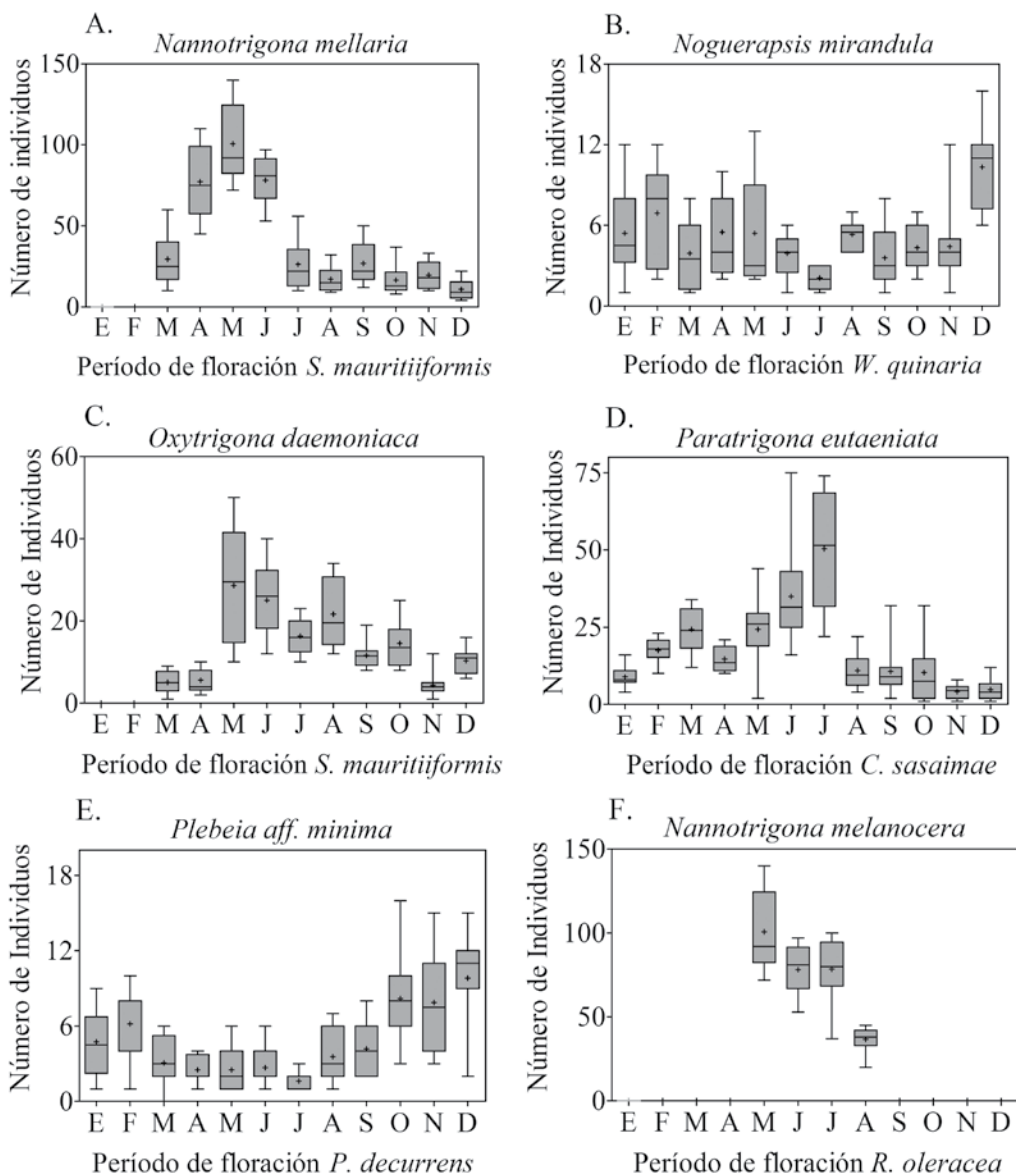


Figura 16.3. Variación temporal de especies seleccionadas de abejas. A. *Nannotrigona mellaria*, B. *Nogueirapsis mirandula*, C. *Oxytrigona daemoniaca*, D. *Paratrigona eutaenianata*, E. *Plebeia minima* y F. *Nannotrigona melanocera*

Comportamiento. Todas las especies de abejas presentan un patrón de comportamiento similar; son los visitantes más conspicuos se observan fácilmente ya que permanecen en la parte externa de la inflorescencia (Fig.16.4). Acceden a las inflorescencias a lo largo del día y la visita o llegada a las inflorescencias inició poco después del amanecer y la abandona al final de la tarde. Sin embargo, la mayor actividad y número de individuos se presenta cuando las flores masculinas comienzan a caer (Fig. 16.4 A-B), debido a que el polen en ese momento se encuentra más expuesto o porque hay mayor acceso

a las flores antes cubiertas por los pétalos o la bráctea peduncular. Es frecuente que al inicio de la floración no puedan acceder al polen y deban esperar que otros insectos faciliten su acceso (Fig. 16.4C-G).

Aunque en la mayoría de las especies de palmas el acceso a las flores es total, especies de palmas de los géneros *Attalea*, *Manicaria*, *Pholidostachys* y *Chrysophila* las inflorescencias permanecieron parcial o totalmente cubiertas, lo que impidió o limitó el acceso a las flores, tanto para la colecta de polen como el posible traspaso a los estigmas. Por lo general, a las abejas se les observó sobrevolando las inflorescencias y, paulatinamente, se concentraron en el área donde se encuentra el polen, el cual colectan y ubican en sus corbículas (Fig. 16.4 F-J). En todos los casos, las especies de abejas siempre buscaron las flores masculinas con polen de tal manera que el contacto con las femeninas fue ocasional en un gran número de especies de palmas. Generalmente las abejas que visitaron las flores femeninas lo hacían porque éstas presentan néctar como recompensa. En estos casos se observó claramente el contacto con los estigmas con lo cual la probabilidad de dejar gran cantidad de polen es alta y con ello la polinización es efectiva (Fig. 16.4H-J). Sin embargo, fue notoria la disminución en abundancia y diversidad de abejas en fase femenina en la mayoría de las palmas evaluadas.

Papel en la polinización. A pesar que las especies de abejas sin aguijón fueron los insectos más conspicuos, que son los visitantes de mayor tamaño, que llegan en un gran número de especies de palmas, que transportan alto número de granos de polen; los resultados muestran que, en la mayoría de los casos, no todas sus especies participan en la polinización y que cuando lo hacen tienen un rol secundario o eventual. Pocas especies de abejas visitaron las palmas en fase femenina, entraron en contacto con estigmas y depositaron el polen debido principalmente por restricciones morfológicas, temporales (antesis nocturna), separación temporal (dicogamia) o por bajas abundancias en la fase femenina. La participación de especies de abejas en el flujo de polen en cada palma presentó valores muy bajos, tanto en el índice de valor de importancia como polinizador (IVIP), como en el porcentaje o la importancia relativa como polinizador (IRP), tan sólo se encontraron valores altos en *Syagrus orinocensis* y *Sabal mauritiiiformis* en lo que las abejas transportan y vierten el 88% y 90 % en cada especie (Tabla 16.1).

Asociación palmas y abejas. La asociación de las especies de abejas con las inflorescencias de palmas observadas a través de la red compleja, muestra el carácter generalista de las especies de abejas, ya que la mayoría de meliponinas se asocian con diferentes especies de palmas (Fig.16.5). La topología de la red es diferencial entre las fases masculina y femenina se presentaron mayor número de enlaces en las flores masculinas que producen polen que las femeninas que en la mayoría de los casos no producen recompensa floral. De igual manera la mayor diversidad, el mayor número de número de enlaces y el número medio de interacciones por inflorescencia se presenta en las inflorescencias masculinas y disminuye sustancialmente en la fase femenina o en las inflorescencias pistiladas (Tabla 16.2). En consecuencia, no todas las especies de abejas visitan todas las especies de palmas, lo que se evidencia porque las 97 especies de abejas registradas y

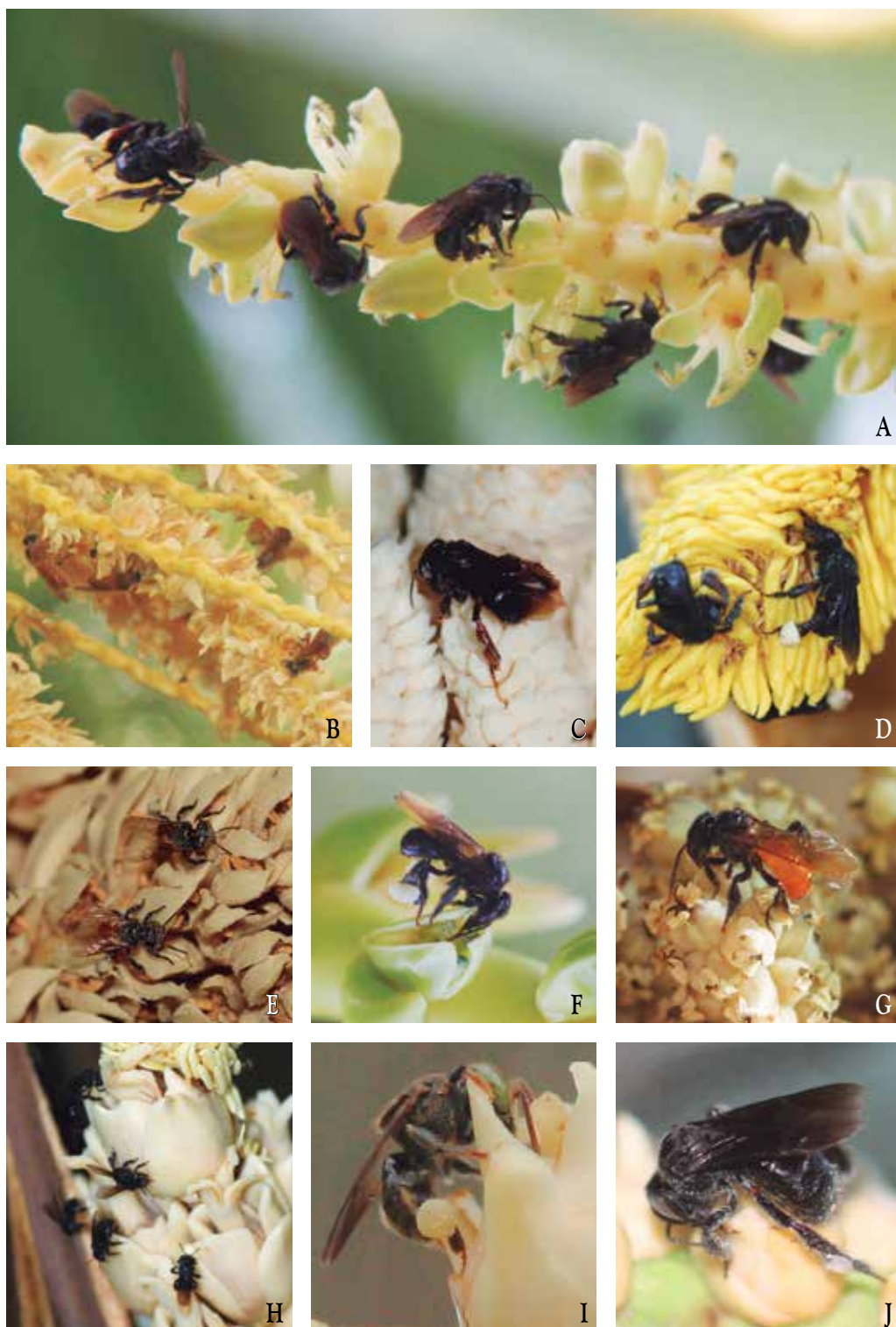


Figura 16.4. Abejas en diferentes fases flores de especies de palmas. A-H Fase masculina, I-J. Fase femenina.

una matriz (PxA) máxima posible de 7.857 enlaces, tan sólo se registraron 407 enlaces en fase masculina (A_m) y tan sólo 156 en femenina (A_f) (Tabla 16.3). Esto indica que se puede presentar cierta preferencia por especies o grupos o palmas en particular. La preferencia de cada abeja por una palma en particular se confirma con el bajo valor en el número medio de interacciones por polinizador, que fue de tan sólo 0,57, en fase masculina y 0,19 en la femenina. Las especies de abejas que presentaron mayor asociación evidenciada en los enlaces de la red fueron *Trigona fulviventris* que visitó 32 especies de palmas, *Trigona amalthea* encontrada en 29 especies, *Plebaeia* sp. 1 en 18 especies y *Trigona ferricauda* en 11 especies de palmas.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que las inflorescencias de palmas son un recurso importante con que cuentan las abejas meliponinas para su supervivencia, y se evidencia en la alta riqueza, en la abundancia y la fuerte asociación encontrada; asociación que surge por la gran cantidad de polen que de manera continua obtienen de grandes, numerosas y de fácil acceso inflorescencias. Estos resultados concuerdan con el patrón general de diversidad de visitantes florales de palmas, en donde se ha indicado que cada inflorescencia está íntimamente relacionada con la vida de abundantes y diversos insectos, proporcionándoles recursos esenciales para su supervivencia (Henderson, 1986; Silberbauer-Gottsberger, 1990; Barfod *et al.*, 2011; Núñez y Carreño, 2013; Núñez *et al.*, 2015).

La importancia de la producción de gran cantidad de polen en palmas, ha sido un tema de constante debate, por una parte se asume que la mayoría de especies de palmas producen grandes cantidades de polen con el objeto de atraer y saciar gran número de insectos tanto generalistas como especialistas (Henderson, 1986; Küchmeister *et al.*, 1998), por otra parte, la gran cantidad de polen es el producto de la íntima asociación con polinizadores especializados que viven en las inflorescencias y que dependen de la gran cantidad de polen para alimentar la alta abundancia de insectos asociados a cada inflorescencia (Núñez y Carreño, 2013; Núñez *et al.*, 2015).

En consecuencia, el resultado de producir gran cantidad de polen de libre acceso, hacen del polen de palmas es una fuente importante de alimento para insectos incluyendo gran número en abundancia y diversidad de abejas que acceden ha el constantemente. Atraer y saciar gran cantidad de insectos en cada especie de palma asegura polinizadores, incrementa la fidelidad, la constancia y minimiza el flujo de polen heteroespecífico que puede ocurrir entre especies coexistentes (Núñez y Carreño, 2013; Núñez, 2014; Núñez *et al.*, 2015). La producción a lo largo del año de grandes inflorescencias, con gran cantidad de polen, hace de las palmas un recurso inagotable para gran cantidad de insectos que visitan sus inflorescencias y los resultados muestran que de hecho así sucede; las especies de palmas que más recibieron visita de abejas contienen las inflorescencias más grandes y las que florecen todo el año, corresponden a especies de los géneros como *Phytelephas*, *Wettinia*, *Attalea*, *Astrocaryum*, *Sabal*, *Iriarte* y *Bactris* (Tabla 16.1).

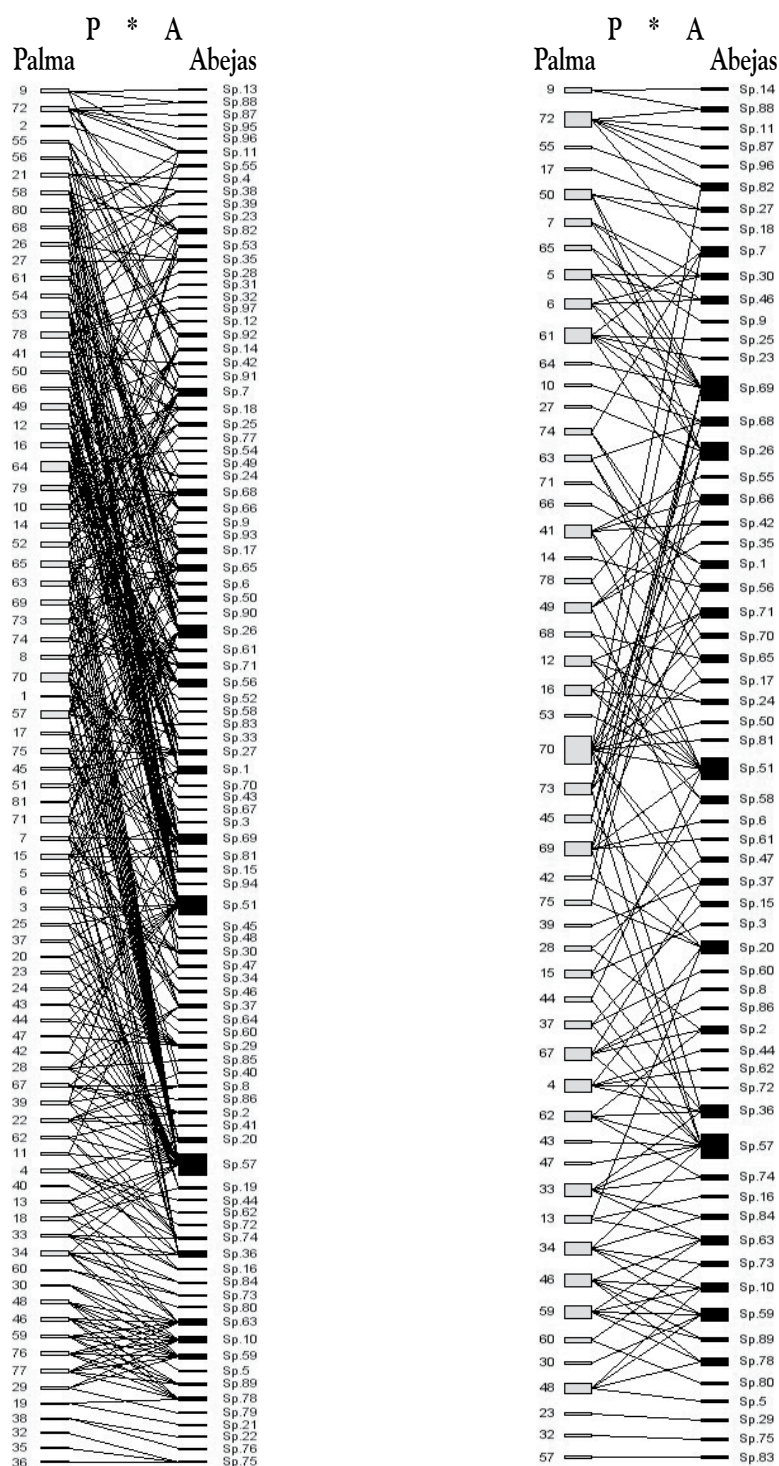


Figura 16.5. Red bipartita para 81 especies de palmas silvestres y abejas Meliponini asociadas. Las especies de palmas y abejas se representan por rectángulos y la interacción se representa por una línea que las conecta. A. Red de interacción en fase masculina, B. Red de interacción en fase femenina

Debido a que todas las especies de palmas recibieron abejas como visitantes y que hasta 15 especies de abejas acceden a las inflorescencias en busca de polen, e independientemente de su papel como polinizadores nos permiten establecer que los meliponinos se han convertido en uno de los grupos visitantes más importantes dentro de la comunidad de insectos de las inflorescencias de palmas silvestres. De acuerdo a Núñez (2014) quien analizó la diversidad de todos los visitantes de las inflorescencias de las 81 especies de palmas, encontró que las 97 especies de abejas meliponinas reportadas en este estudio, correspondieron al segundo grupo de insectos más diversos que visitan flores de palmas, después de las 486 especies de gorgojos (Curculionidae: Coleoptera) y por encima de las 74 especies de *Mystrops* (Nitidulidae: Coleoptera) y de las 25 especies de *Cyclocephala* (Dynastidae: Coleoptera).

Las 97 especies de abejas reportadas en este estudio, corresponden al 70% de las 120 descritas en 14 géneros reportadas para Colombia por Nates-Parra (2006). Estos resultados indican la fuerte asociación, pero quizás un aspecto a resaltar aquí es la confirmación del papel de las palmas silvestres como soporte de la diversidad al punto de ser consideradas especies sombrilla en los ecosistemas tropicales por la asociación con gran cantidad de especies animales incluyendo el hombre (Bernal y Galeano, 2013). Al parecer la asociación entre las especies de abejas y las palmas silvestres es un buen ejemplo para confirmar dicha importancia. Estos resultados de oferta y aprovechamiento resultado de la asociación muestran un gran potencial de aprovechamiento y permiten sugerir a las palmas como una importante fuente de polen, tan necesaria en la apicultura y creciente meliponicultura.

La mayor diversidad de abejas asociadas a las especies de palmas perteneció a especies del género *Trigona*, con lo cual las convierte en el grupo de abejas más importantes y potenciales polinizadores de palmas simpátricas en las diferentes regiones. Por ejemplo, *T. fulviventrís* frecuente visitante de un alto número de especies en la región andina, *T. amalthéa* en la Orinoquia y *T. ferricauda* en la región del Pacífico. Estos resultados concuerdan con estudios sobre abejas meliponinas en donde este grupo es el más diverso y con más amplia distribución en el país (Smith-Pardo y González, 2007; Nates-Parra et al., 2008). En Colombia se han registrado 38 especies de este género con el mayor número de especies registradas en las regiones Andina y Orinoquia (Nates-Parra, 2006).

La fuerte asociación indicada y expresada en acceso y aprovechamiento de la recompensa floral no se ve expresada en una fuerte y constante participación como polinizadores. Los resultados son concluyentes, ya que no reflejan la ocurrencia de un beneficio mutuo de las abejas con las palmas en todos los casos, por la cual se puede aseverar que la participación de las abejas en la polinización de palmas silvestres es diferencial y no todas las especies de palmas son polinizadas eficientemente (Tabla 16.2). Por lo tanto, el acceso a las inflorescencias no implica necesariamente la participación directa en la polinización y aunque las abejas son visitantes frecuentes y abundantes para diferentes especies de palmas no todas las palmas visitadas por abejas presentan melitofilia, ni todas las especies de abejas que visitan las flores de palmas son importantes en la polinización.

Tabla 16. 2. Eficiencia de algunas especies abejas en la polinización de especies de palmas en Colombia.
A-abundancia en fase femenina, CPB-polen fases femeninas IVIP-índice de valor de importancia insecto como polinizador, IRIP-Importancia relativa insecto como polinizador

Palma	Insectos visitantes	AB	CPF	IVIP	IRP (%)
Syagrus orinocensis	<i>Nannotrigona melanocera</i>	15	359	5385	20.2
	<i>Partamona peckolti</i>	13	258	3354	12.5
	<i>Trigona spinipes</i>	12	569	6828	25.6
	<i>Tetragonisca angustula</i>	19	358	6802	25.5
	<i>Trigona (Trigona) amalthea</i>	5	258	640	2.4
	<i>Scaura latitarsis</i>	5	200	500	1.8
	<i>Trigonisca cf. dobzhanskyi</i>	4	100	400	1.5
	<i>Scaptotrigona</i> sp.1	3	125	375	1.4
Total					88%
Sabal mauritiiformis	<i>Nannotrigona mellaria</i>	55	359	5385	20.2
	<i>Oxytrigona daemoniaca</i>	32	258	3354	12.5
	<i>Scaptotrigona</i> sp.2	10	569	6828	25.6
	<i>Trigona fulviventrís</i>	9	358	6802	25.5
	<i>Trigonisca</i> sp.5	5	258	640	2.4
Total					93%
Mauritia flexuosa	<i>Trigona amalthea</i>	76	3456	13371840	3.2
	<i>Oxytrigona</i> sp.1	93	456	27846153	0.04
	<i>Plebeia aff. timida</i>	48	678	11256537	0.02
	<i>Plebeia</i> sp.2	18	657	361317	0,0047
	<i>Plebeia</i> sp.3	25	152	128250	0.000001
	<i>Trigonisca</i> sp.1	20	432	3468.4	0.000001
Total					3.8%
Attalea insignis	<i>Nannotrigona melanocera</i>	56	456	371840	2.5
	<i>Nannotrigona</i> sp.1	39	256	846153	1.3
	<i>Scaptotrigona</i> sp.1	48	678	11256537	0,8
	<i>Trigona amalthea</i>	18	657	361317	0.02
Total					4.6%
Attalea butyracea	<i>Plebeia aff. timida</i>	28	161	6153	2.0
	<i>Trigona amalthea</i>	18	78	56537	1.3
	<i>Trigona fuscipennis</i>	8	57	61317	0.5
Total					3.8%

Palma	Insectos visitantes	AB	CPF	IVIP	IRP (%)
<i>Manicaria saccifera</i>	<i>Trigona fulviventris</i>	23	669	94245	0.018
	<i>Trigona ferricauda</i>	12	456	16826	0.003
Total					0.021

Tabla 16.3. Índices de la red bipartita de abejas asociadas a inflorescencias de palmas en Colombia.

	Masculina	Femenina
Número de especies de Abejas (A)	97	62
Número de especies de palmas (P)	81	52
Riqueza de especies	178	114
Tamaño de la Matriz (P*A)	7857	3224
Número total de interacciones registradas	407	156
INDICES CUALITATIVOS (Presencia / Ausencia de interacciones)		
Número medio de interacciones por inflorescencia	0.57	0.192
Número medio de interacciones por Abejas	0.231	0.136
Conectancia	0.524	0.483
C-score Insectos	0.909	0.913
C-score Palmas	0.816	0.89
Grado de anidamiento	8.568	7.52
Peso de Anidamiento	0.2121	0.245

Aunque la melitofilia ha sido mencionada como uno de los tres síndromes de polinización en palmas y de hecho Henderson (1986); Silberbauer-Gottsberger (1990) y Barfod *et al.* (2011) estimaron que el 26% de las especies de palmas son polinizadas por abejas, se debe tener en cuenta que en muchas palmas el papel que cumplen las abejas como polinizadores no siempre es eficiente, a pesar de que usualmente se presenta alta diversidad, frecuencia de visita y alta abundancia de abejas (Bernal y Ervik, 1996; Consiglio *et. al.*, 2001; Núñez y Rojas, 2008; Fava *et al.*, 2011). Esto se debe a que en la familia Arecaceae existen filtros selectivos impuestos por la morfología, por los caracteres florales, por la hora de antesis, por el tipo de sistema reproductivo y por el comportamiento de los insectos que dificultan y seleccionan al polinizador o disminuyen su eficiencia como vectores de polen. Núñez (2014) plantea los requerimientos para ser considerados a la hora de evaluar la polinización tipo melitofila en palmas e incluye entre otros rasgos como: 1. Ocurrencia de acceso a las flores y contacto con estigmas, 2. Antesis diurna, 3. Recompensas de néctar en flores o fase femenina, 4. Constancia floral durante varios períodos reproductivos 5. Sincronía y simultaneidad de fases florales 6. Abundancia de abejas que puedan transferir polen al alto número de flores que produce cada inflorescencia.

Aunque las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) son consideradas como uno de los grupos de polinizadores más importantes de plantas silvestres y cultivadas, debido a que visitan y polinizan las flores de una gran cantidad de familias (Roubik, 1989; Heard, 1999), en palmas no siempre la asociación o visita termina en polinización eficiente por parte de estos insectos. Es ampliamente conocido que para categorizar un visitante como polinizador éste debe cumplir varios requerimientos impuestos por la inflorescencia o la especie de palma, según sea su estrategia de reproducción. Los requerimientos incluyen entre otros: el acceso a las dos fases o tipos de inflorescencias (masculina y femenina); el transporte de polen desde la antera y luego llevar para depositar el polen al entrar en contacto con los estigmas cuando están receptivos; las abundancias o tamaños adecuados; la constancia flor que permite estar durante las fases reproductivas, la alta frecuencia en la visita y la eficiencia al mover y depositar gran cantidad de polen ya que las palmas presentan en la mayoría de especies inflorescencias con alto número de flores (Pellmyr, 2002).

Desde el punto de vista de la importancia para las palmas, este estudio sugiere que las especies de palmas no muestran un patrón general de melitofilia, y tan sólo algunas especies de los géneros *Sabal*, *Geonoma*, *Prestoea*, *Butia* y *Syagrus* entre otros; dependen de manera obligada de especies de abejas meliponinas como polinizadores que permiten la producción de frutos y semillas viables. Por el contrario, desde el punto de vista de abejas, los resultados muestran de manera concluyente que, si existe un patrón de asociación importante, en el cual un gran número si no todas las especies de abejas, aprovecha el polen que las palmas ofrecen.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio hace parte de la tesis de Doctorado, Programa en Ciencias-Biología, Universidad Nacional de Colombia de L. A. Núñez. Recibimos financiación del programa marco FP-7 de la Unión Europea (Proyecto No. 21263). Agradecemos a Gloria Galeano por ayuda durante todas las fases del proyecto y la lectura crítica del documento. Agradecemos a los entomólogos especialistas de abejas G. Nates, J.M.F. Camargo, C. Rasmussen, N. Wilches, V. H. González, D. Vélez por la identificación de las especies.

REFERENCIAS

- Albuquerque M, Camargo J. Espécies novas de *Trigonisca* Moure (Hymenoptera, Apidae, Apinae). Rev Bra Entomol. 2007; 51(2): 160-175.
- Balslev H. Palm harvest impacts in north-western South America. The Bot Rev. 2011; 77: 370-380;
- Barfod S, Hagen M, Borchsenius F. Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). Ann Bot. 2011; 108: 1503-1516.

- Bernal R, Ervik F. Floral biology and pollination of the dioecious palm *Phytelephas seemannii* in Colombia: An adaptation to staphylinid beetles. *Biotropica* 1996; 28: 682-696.
- Bernal R, Torres C, García N, Isaza C, Navarro J, Vallejo M, Galeano G, Balslev H. Palm management in South America. *Bot Rev.* 2011; 77: 607-646.
- Bernal R, Galeano G. Cosecha sin destruir-Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; 2013. 358p.
- Camargo J, Pedro R. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini review. *Apidologie* 1992; 23: 509-522.
- Camargo J, Moure J. Meliponinae neotropicais. Os géneros *Paratrigona* Schwarz, 1938 e *Aparatrigona* Moure, 1951. *Arquivos de Zoologia* (São Paulo). 1994; 32: 33-109.
- Camargo J, Moure J. Meliponini neotropicais. O género *Geotrigona* Moure, 1943 (Apinae, Apidae, Hymenoptera) com especial referência a filogenia e biogeografia. *Arquivos de Zoologia* (São Paulo). 1996; 33:95-161.
- Consiglio TK, Bourne GR. Pollination and breeding system of a neotropical palm *Astrocaryum vulgare* in Guyana: a test of the predictability of syndromes. *J Trop Ecol.* 2001; 17: 577-592.
- Dormann C, Frund J, Blütgen N, Gruber B. Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal* 2009; 2: 7-24.
- Fava W, Covre W, Sigrist M. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. *Flora.* 2011; 206: 575-584.
- Galeano G, Bernal R. Palmas de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; 2010. 688p.
- Guimarães PR, Machado G, De Aguiar MAM, Jordano P, Bascompte J, Pinheiro A, Dos Reis S F. Build-up mechanisms determining the topology of mutualistic networks. *J Theor Biol.* 2007; 249: 181-189.
- Heard TA. The role of stingless bees in crop pollination. *Annu Rev Entomol.* 1999; 44: 183-206.
- Henderson A. A review of pollination studies in the Palmae. *Bot Rev.* 1986; 52: 221-259.
- Henderson A, Galeano G, Bernal R. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey; 1995; 854p.
- Henderson A. Evolution and ecology of palms. The New York Botanical Garden Press, New York; 2002.
- Küchmeister H, Gottsberger G, Silberbauer-Gottsberger I. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de Arecaceae da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 1998; 28:217-245.
- Listabarth C. Pollination in *Geonoma macrostachys* and three congeners, *G. acaulis*, *G. gracilis* and *G. interrupta*. *Bot Act.* 1993; 106: 496-506.
- Macia MJ, Armesilla PJ, Cámara R, Paniagua N, Villalba S, Balslev H, De Santayana PM. Palm uses in northwestern South America: a quantitative review. *Bot Rev.* 2011; 77: 462-570.
- Michener D. The bees of the world. Estados Unidos, The Johns Hopkins University Press. 2007. 913p.
- Nates-Parra G. Abejas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponinae) de Colombia. En: Amat G; Andrade G; Fernández F. (eds). *Insectos de Colombia: Estudios escogidos*. Bogotá, Colombia: Universidad Javeriana y Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1996; p.181-268.
- Nates-Parra G. Abejas corbiculadas de Colombia (Hymenoptera: Apidae). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2001; 156p.
- Nates-Parra G, Rodríguez-C Á, Vélez ED. Abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en cementerios de la Cordillera Oriental de Colombia. *Acta Biolo Colomb* 2006; 11(1): 25-35.

- Nates-Parra G, Lugo JS, Rosso JM, Cepeda M. La meliponicultura en Colombia: Diagnóstico de una actividad lúdica y productiva. En: Nates-Parra G., Montoya P M, J Chamorro (eds). Memorias IV Encuentro Colombiano sobre Abejas Silvestres. Laboratorio de Investigación en Abejas LABUN, Universidad Nacional de Colombia, 2008; 71p.
- Núñez LA, Bernal R, Knudsen J. Diurnal palm pollination by mystropine beetles: is it weather-related? *Plant Syst Evol.* 2005; 208:187-196;
- Núñez LA, Rojas R. Biología reproductiva y ecología de la polinización de las palmas milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes colombianos. *Caldasia* 2008; 30(1): 101-125.
- Núñez LA, Carreño J. Biología reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia colombiana. Pp.450. En: VII: Morichales y Cananguchales de la Orinoquia y Amazonia (Colombia-Venezuela). Lasso C A, Rial A, González V. (Eds.). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 2013; 344p.
- Núñez LA. Patrones de asociación entre insectos polinizadores y palmas silvestres en Colombia con énfasis en palmas de importancia económica. Tesis de doctorado. Instituto de Ciencias Naturales; Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá; 2014; 348p.
- Núñez LA, Isaza C, Galeano G. Ecología de la polinización de tres especies de *Oenocarpus* (Arecaceae) simpátricas en la Amazonia Colombiana. *Int. J. Trop.Biol.* 2015; 63(1): 35-55
- Pellmyr O. Pollination by animals. In: Herrera CM, Pellmyr O, eds. *Plant–animal interactions: an evolutionary approach*. Oxford: Blackwell Science Publishing p. 2002; 157-184.
- Rasmussen C, Camargo JA. Molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona* s.s. (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie* 2008; 39:102-118.
- Roubik DW. *Ecology and natural history of the tropical bees*. Cambridge University Press, Cambridge, RU; 1989.
- Silberbauer-Gottsberger I. Pollination and evolution in palms. *Phyton.* 1990; 30: 213–233.
- Silberbauer-Gottsberger I, Vanin SA, Gottsberger G. Interactions of the Cerrado palms *Butia paraguayensis* and *Syagrus petraea* with parasitic and pollinating insects. *Sociobiology* 2013; 60(3): 306-316.
- Smith-Pardo A, González VH. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta Biolo Colomb.* 2007; 12(1): 43-56.





Cada vez más las acciones humanas sobre nuestra maltrecha naturaleza, están llevando al ocaso de la existencia a organismos vitales para su recuperación y mantenimiento; en este escenario aparentemente nefasto, los polinizadores como las abejas y abejorros, silenciosamente hacen la tarea y de paso generosamente nos brindan alimento. Nada más noble puede resaltarse del trabajo en equipo, organizado y disciplinado como el de la polinización y sus servicios, en el que estos seres nos dan un ejemplo de convivencia exitosa, tan respetuosa y entusiasta de su entorno, como consciente de sus derechos y deberes para ejercerlos inteligentemente. Las abejas nos ofrecen una forma de vida que demanda nuestra responsabilidad para garantizar su supervivencia, pues están desapareciendo paulatinamente con efectos incalculables para el bienestar de esa naturaleza y sus servicios ecosistémicos, incluyendo la producción mundial de alimentos y la preservación de la agrobiodiversidad como recurso genético. En las páginas de este libro se nos ofrece con optimismo todo el estado del arte de su conocimiento, que debe motivar en nosotros un contundente compromiso por su conservación a perpetuidad.

José Vicente Rodríguez-Mahecha
Presidente Asociación Colombiana de Zoología
Director Científico Conservación Internacional Colombia



978-958-775-866-5



40 años
Conociendo a las
abejas silvestres
de Colombia

